Untersuchungen über Wassergehalte und Blutalkoholkonzentrationen bei Leichen

Ruth Zierleyn - von Riewel

1978

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41554611_0023

Aus dem Institut für Rechtsmedizin, München

Direktor: Professor Dr. W. Spann

Untersuchungen über Wassergehalte und Blutalkoholkonzentrationen bei Leichen.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades in der Zahnheilkunde

an der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Ruth Zierleyn-von Riewel

aus Dachau

München 1978

Mit Genehmigung des Fachbereichs Medizin der

Universität München

Berichterstatter : Prof.Dr.med. W. Spann

Mitberichterstatter : Prof.Dr.med. E. Liebhardt

Dekan : Prof.Dr.med. W. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 20.7.1978

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Meinen Eltern
Rudolf und Erna von Riewel
und meiner Großmutter
Paula Schell
gewidmet

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	Seite	1
2	Methoden		3
2.1	Alkoholnachweisverfahren		3
2.2	Methoden zur Wassergehaltsbestimmung		9
2.3	Schwierigkeiten bei der "wahren" BAK- und Wassergehaltsbestimmung		12
3	Untersuchungsergebnisse		14
4	Diskussion		43
5	Zusammenfassung		47
6	Literaturverzeichnis		48

1 Einleitung

Äthanol als leicht zugängliches und seit alters her im menschlichen Gesellschaftsleben bedeutsames Rauschmittel, stellt in der Rechtsprechung einen bedeutsamen Faktor dar. Man denke nur an Gewalttaten oder an Verkehrsdelikte, die unter Alkoholeinfluß begangen werden. Deshalb ist es auch notwendig, möglichst genaue Methoden zu finden, mit denen sich nachweisen läßt, ob und wieviel Alkohol im Blut eines Probanden vorhanden ist. Das Ziel ist es, mit einer möglichst kleinen Probe ein möglichst genaues Ergebnis zu erzielen.

Die Blutalkoholbestimmung an Leichenblutproben ist besonderen Schwierigkeiten unterworfen, die durch zahlreiche Faktoren, wie z.B. Leichenfäulnis, Gerinnungsprozesse, Hämolyse und Verdunstung verursacht werden (1, 4, 7, 11, 34, 35, 36, 41, 42, 45, 46, 48, 49, 50). Auch der Wassergehalt einer Blutprobe spielt bei Leichen eine bedeutsame Rolle, da er großen Schwankungen unterworfen ist (1, 3, 5, 7, 11, 12, 13, 14, 15, 26). Grüner erkannte die Abhängigkeit der Alkoholkenzentration im Serum und Vollblut vom unterschiedlichen Wassergehalt und wies diese Abhängigkeit experimentell nach (12, 13, 14).

Auch andere Autoren, wie z.B. Audrlicky, Brettel, Hinckers, Klöppel und Weiler, haben immer wieder darauf hingewiesen, daß Alkoholbestimmungen, z.B. an Leichenblut nicht ohne Berücksichtigung des jeweiligen Wassergehaltes erfolgen dürfen (1, 3, 4, 5, 7, 19, 25, 46).

In dieser Arbeit soll untersucht werden, ob die routinemäßige Bestimmung des Wassergehaltes an Leichenblutproben relevante Aussagen bezüglich des Geschlechts, der Todesart und des Todeszeitpunktes zulassen; außerdem soll der Einfluß des Wassergehaltes auf die Höhe der Blutalkoholkonzentration (BAK) bei Leichen untersucht werden. Ferner soll versucht werden, den Vorteil, den die spezifischen Nachweisverfahren gegenüber den unspezifischen haben, darzustellen.

Außerdem soll festgestellt werden, ob sich Unterschiede in der alkoholischen Beeinflussung bei Leichen weiblichen und männlichen Geschlechts ergeben.

2 Methoden

2.1 Alkoholnachweisverfahren

Man entwickelte im Laufe der Zeit viele verschiedene Verfahren, um die BAK möglichst genau ermitteln zu können. Neben den älteren qualitativen Methoden, wie z.B. der Lieben'schen Jodoformprobe (27, 28, 29), dem Berthelot'schen Verfahren (2) und dem Alkoholnachweis mittels Chromsäure (8), gibt es die modernen quantitativen Verfahren.
Diese lassen sich unterteilen in

a. physikalische
b. chemische Methoden.

Physikalische Methoden sind z.B. die Alkoholbestimmung mit dem Geissler'schen Vaporimeter, dessen Prinzip auf der stärkeren Expansion des Alkoholdampfes als des Wasserdampfes beruht, und der Alkoholnachweis mit dem Interferometer, mit dem der Konzentrationsunterschied zweier Lösungen gemessen werden kann (z.B. alkoholhaltiges Destillat - destilliertes Wasser). (16) .

In der Praxis werden zum quantitativen Alkoholnachweis vorwiegend chemische Verfahren angewandt.
Einige der wichtigsten sind:

a. unspezifische Verfahren:
   Widmark-Verfahren
b. spezifisches Verfahren:
   Gaschromatisches Verfahren
   ADH-Methode

Im vorliegenden Fall wurden zur BAK-Bestimmung das Widmark-Verfahren und die gaschromatische Methode angewandt.

Widmark-Verfahren

Diese Methode besteht im Prinzip darin, daß aus einer kleinen Menge Untersuchungsmaterial der Alkohol bei Luftabschluß in einem geschlossenen System (Widmarkkolben in einem 60° Wasserbad oder in einem Burtschrank) in Dichromatschwefelsäure eindestilliert und zugleich oxydiert wird (51, 52).

In dieser Arbeit wurde eine Modifikation des Widmark-Verfahrens angewandt (Verfahren nach Klingmüller, Nuglisch und Weyss, 24), bei dem die störanfällige jodometrische Auswertung durch Photometrie ersetzt wurde. Das Prinzip dieser photometrischen Analyse beruht darauf, daß die Chromschwefelsäure, wenn sie sorgfältig hergestellt und aufbewahrt wird, eine konstante Extinktion hat. Ist nun Alkohol in der Probe vorhanden, so nimmt die Extinktion ab, da die Chromschwefelsäure mit dem Alkohol reagiert. Eine Abnahme von E_{366} = 0,100 (λ = 366 nm) entspricht 0,69 ‰.

Das Widmark-Verfahren hat einen großen Nachteil, der darin besteht, daß es unspezifisch ist, das heißt, daß außer Äthanol auch andere reduzierende Substanzen mit in die Bestimmung eingehen und somit das Ergebnis verfälschen können. Es ist allerdings für Routineuntersuchungen sehr gut geeignet, da es leicht durchführbar ist.

Eine Untersuchungsmethode ist für wissenschaftliche und forensische Untersuchungen nur dann geeignet, wenn eine gewisse Sicherheit für die Exaktheit der Ergebnisse gewährleistet werden kann.

Der Gesamtfehler einer Methode ergibt sich durch Addition der Fehler bei den einzelnen Arbeitsgängen. Der höchstzulässige Fehler, der gesetzlich noch vertretbar ist, beträgt 10 % des Probemittelwertes (30).

Aus diesem Grunde wurden von verschiedenen Autoren, u.a. von Schmidt und Manz (40) Fehlerberechnungen durchgeführt. Sie erstellten eine eingehende statistische Analyse über Fehler und Streubreiten beim Widmark'schen Verfahren und kamen zu folgenden Ergebnissen:

a) Bei der Titration treten hauptsächlich Ablesefehler auf (mittlere Streuung ± 0,006 ml n/100 ml Thiosulfatlösung).

b) Das Einmessen der Dichromatschwefelsäure kann mittels der Widmarkspritze praktisch fehlerfrei erfolgen.

c) Die Streuung durch Verunreinigung der Gefäße kann man durch Reinigung mit Chromschwefelsäure um das 3-fache verringern.

d) Beim Einmessen des Substrats mit 0,1 ml-Pipetten kann die Menge des Substrats um 6 % zu niedrig liegen. Diese Abweichung ist forensisch nicht verantwortbar; deshalb wird gefordert, daß immer eingewogen wird.

e) Belichtung führt zu einem Verlust an 6-wertigem Chrom der Dichromatschwefelsäure (2 Std. direktes Sonnenlicht entspricht bei 100 mg Einwaage einem Alkoholwert von 1,35 ± 0,16 ‰). Setzt man jedoch 25 ml aq. dest. hinzu, ist der Photoeffekt nicht mehr von Bedeutung.

f) Durch unterschiedliche Wassergehalte des Analysenmaterials wird die Chromschwefelsäure unterschiedlich stark verdünnt. Man sollte deshalb stets von gleichen (vorpipettierten) Einwaagen ausgehen.

g) Für das herrschende Potential ist die Wasserstoffionenkonzentration und das Mischverhältnis von 6-wertigem und 3-wertigem Chrom von Bedeutung.

Mit anwachsendem Potential steigt der Alkoholabbau an. Dadurch wird der Widmarkfaktor verändert. Jedoch ist der Fehler in dem Bereich der Potentialkurve, in den die forensisch bedeutsamen Werte fallen, relativ klein. Er beträgt hier etwa 1 %, was laut Schmidt und Manz bei Routineuntersuchungen toleriert werden kann.

h) Nach 2 Stunden bei 60° ist für alle forensisch wichtigen Alkoholwerte das endgültige Gleichgewicht des Abbaus erreicht.

i) Zwischen 55 und 65°C treten nach 2 Stunden Versuchsdauer im Brutofen signifikante Temperaturunterschiede auf; deshalb sind Wasserbäder von Vorteil, da sie für das gesamte Untersuchungsmaterial eine gleichmäßige Temperatur gewährleisten.

k) Die Zuverlässigkeit des Dichromattiters ist weniger durch die Einwägegenauigkeit, als durch Titrationsabweichungen bestimmt.

l) Der Titer der Natriumthiosulfatlösung fiel bei Kontrolluntersuchungen kontinuierlich aber minimal ab.

m) Der Widmarkfaktor (= 1,13), der das Verhältnis des Thiosulfatverbrauchs zum Alkoholgehlat des Untersuchungsmaterials erfassen soll, ist nicht allgemein gültig. Er wurde auf 100 mg Einwaage und einen Alkoholgehalt von 2,26 ‰ bezogen.

Für Werte um 1,5‰, die forensisch von Bedeutung sind, wurde von Schmidt und Manz für n/2oo Thiosulfat ein Faktor 0,555 ermittelt, während der Widmarkfaktor 0,565 beträgt.

Mit dem von Schmidt und Manz angegebenen Faktor werden niedrige Alkoholwerte zu hoch (z.B. 0,8 ‰ um 0,7%, d.h. 0,0056 ‰ zu hoch) und hohe Alkoholwerte zu niedrig (z.B. 1,8 ‰ um 0,5 %, d.h. 0,0126 ‰ zu niedrig) ermittelt.

Bei der Untersuchung einer Testlösung von 1,5 ‰ erhielten Schmidt und Manz nach Berücksichtigung aller festgestellten Fehler und Streuungen einen dreifachen mittleren Fehler (3s) von ± 0,014 ‰ oder ± 1,4 %.

Diese Abweichungen liegen weit unterhalb der zulässigen Fehlergrenze, somit ist das Verfahren für die gerichtsmedizinische Blutalkoholuntersuchung geeignet.

Gaschromatographie

Die Gaschromatographie zählt zu den spezifischen Alkoholnachweisverfahren, da ihr Prinzip darauf beruht, daß sich Gasgemische wegen ihrer unterschiedlichen Adsorbierbarkeit in ihre Bestandteile zerlegen lassen, wenn sie über geeignete Medien geleitet werden. Man verwendet meist als Adsorbentien schwer flüchtige Substanzen, die man auf Kieselgur oder Silikagel aufbringt, oder, seltener, Aktivkohle oder Silikagel allein. Bei der Gaschromatographie tritt an die Stelle eines Lösungsmittels, wie es bei der Flüssigkeitschromatographie angewandt wird, ein Trägergas z.B. Wasserstoff, Stickstoff, Helium oder Argon.

Um eine gaschromatische Untersuchung vornehmen zu können, müssen die zu untersuchenden Substanzen als Dampf vorliegen. Es muß also eine Temperatur herrschen, bei der diese verdampft sind.

Da z.B. die Fäulnisalkohole, Aceton und Äthylalkohol, bedingt durch ihre chemische Zusammensetzung, eine unterschiedliche Affinität zum angewandten Trägergas besitzen, werden sie auch unterschiedlich stark retiniert und können so einzeln nachgewiesen werden.

Hierzu werden bestimmte, charakteristische Eigenschaften der Substanzen benutzt. So kann z.B. die unterschiedliche Wärmeleitfähigkeit mittels einer Wärmeleitfähigkeitszelle gemessen und als Kurve dargestellt werden. Aus der Höhe des Peaks und seiner Fläche wird mittels einer Eichkurve die Menge der Substanz berechnet (16).

Aus den beim Widmark-Verfahren erwähnten Gründen unterliegt natürlich die Gaschromatographie denselben strengen Kontrollen. So unterzog z.B. Machata (32) einen neuen Gaschromatographen (Multifract 40), bei dem alle Substanzen mit einer einzigen Analyse erfaßt und ausgewertet werden können, einem Dauertest. Dabei ergab sich eine Standardabweichung von ± 0,63 ‰, d.h. ein Streubereich von 3s = ± 1,89 %. Die Sicherheit der Methode liegt damit weit unter dem geforderten Wert. Auch die Untersuchungen anderer Autoren zeigen die Spezifität des gaschromatographischen Verfahrens (31, 43, 47).

Das ADH-Verfahren

Ein weiteres spezifisches Verfahren, das sehr häufig zur BAK-bestimmung verwendet wird, ist das ADH-Verfahren.

ADH (Alkoholdehydrogenase) ist ein Katalysator, der eine Wasserstoffionen übertragende Reaktion, bei der Äthanol in Acetaldehyd überführt und gleichzeitig DPN (Diphosphopyridinnucleotid = Nicotinamid-adenindinucleotid = NAD) hydriert wird, beschleunigt.

$$\text{Äthanol} + \text{DPN} \rightleftharpoons \text{Acetaldehyd} + \text{DPNH} + H^+$$

Das DPNH unterscheidet sich vom DPN durch starke Lichtabsorption im UV-Bereich mit dem Maximum bei 340 mμ. Je nach Alkoholkonzentration ändert sich die Extinktion bei dieser Wellenlänge. Die Reaktion ist jedoch im neutralen Milieu stark linksbetont, deshalb muß man ein alkalisches Milieu erzeugen.

Auf eine genauere Beschreibung dieser Methode wurde verzichtet, da sie in der vorliegenden Arbeit nicht angewandt wurde.

2.2 Methoden zur Wassergehaltsbestimmung

Da der menschliche Körper bis zu 70 % aus Wasser besteht und Alkohol wasserlöslich ist, untersuchte Grüner die Bedeutung, die das Körperwasser für die Verteilung des Alkohols im Organismus und im Blut hat (12, 13, 14).

Widmark (52) erkannte schon früher, daß der "Alkoholverteilungsquotient" oder "Reduktionsfaktor" $\frac{\text{Organismus}}{\text{Blut}} = r$ durch die Menge des Fettgewebes stark beeinflußt wird, da Alkohol kaum fettlöslich ist. Widmark nahm an, daß r bei ein und derselben Person, bei unverändertem Körpergewicht, praktisch gleich bleiben müßte. Er stellte bei seinen Untersuchungen auch eine gute Übereinstimmung fest, solange es sich um ein und dieselbe Person handelte. Bei verschiedenen Personen gleichen Gewichts konnte man jedoch große Unterschiede beobachten. Deshalb nahm Grüner an, daß r in direkter Abhängigkeit zum Körperwassergehalt stände und somit Änderungen des Wassergehaltes den Reduktionsfaktor beeinflussen müßten. Bei seinen Versuchen erzielte er Ergebnisse, die diese Theorie bestätigen.

Er schloß daraus, daß im menschlichen Organismus, als Lösungsmittel für Äthanol praktisch nur das Körperwasser in Frage kommt.

Der Wassergehalt der zu untersuchenden Blutprobe ist also von großer Bedeutung für die BAK-Untersuchung. Beim Lebenden wird die Alkoholkonzentration im Serum (90 % Wassergehalt) untersucht und auf Vollblut rückgerechnet. Der Umrechnungsfaktor qu gibt das Verhältnis der Alkoholkonzentrationen $\frac{(\text{ Serum })}{(\text{Vollblut})}$ an. Dieser beruht darauf, daß im Serum mehr Alkohol vorhanden ist, als im Vollblut. Wie Grüner nachwies, verteilt sich der Alkohol zwischen Blutkörperchen und Serum entsprechend dem jeweiligen Wassergehalt (16). Bezeichnet man das Verhältnis der Alkoholkonzentrationen im Serum und im Vollblut als qu und das Verhältnis der Wasserkonzentrationen als qu_w, so gilt $qu = qu_w$ (Grüner, 13). Das heißt, bei einem Serumwassergehalt von 90 % und einem Vollblutwassergehalt von 78 % (nach Vierordt, 44) erhält man für $qu_w = 1{,}15$. Dieser Wert liegt genau zwischen den von Illchmann-Christ angegebenen Werten (21). Der Faktor qu verschiebt sich also entsprechend der Wassergehaltsänderungen zwischen Serum und Erythrozyten, so daß die aus dem Serum ermittelte BAK nur einen Näherungswert darstellt. Kommt es jedoch auf eine exakte Bestimmung der BAK an, so ist es unumgänglich, diese direkt aus dem Vollblut zu bestimmen.

Da bei Leichen durch postmortale Veränderungen starke Wassergehaltsschwankungen auftreten, Audrlický stellte Differenzen zwischen 61 % und 99 % fest (1), ist es auch bei routinemäßigen Untersuchungen notwendig, die Alkoholkonzentration auf den jeweiligen Wassergehalt zu beziehen.

Um den Wassergehalt einer Substanz bestimmen zu können, sind in der Literatur verschiedene Methoden angegeben worden (9, 10, 16, 17, 18, 20, 23, 25). Die Wahl der Bestimmungsmethode hängt von der zu untersuchenden Substanz ab. Bei flüssigem Untersuchungsmaterial, wie z.B. Blut, können verschiedene Methoden angewandt werden (Einteilung nach Hinsberg und Lang, 20).

Es gibt z.B. Methoden, die auf dem Prinzip der Entmischung von Flüssigkeitsgemischen beruhen. So mischt man z.B. Blut mit Xylol und kann dann den Wassergehalt aus der Entmischungstemperatur bestimmen (9, 10), oder, wenn die Temperatur konstant bleibt, aus der verbrauchten Xylolmenge (18).

Man kann den Wassergehalt auch durch Abdestillieren mit Toluol oder Benzol (d.h. mittels mit Wasser nicht mischbaren Flüssigkeiten) bestimmen (23). Ferner ist es möglich, die Verdünnungswärme, die beim Eindringen von Wasser in eine konzentrierte Zinkchloridlösung entsteht, zu messen (17).

Die einfachste Methode ist jedoch die Bestimmung des Gewichtes der Trockensubstanz. Aus der Differenz des Anfangsgewichts und des Gewichts des getrockneten Materials läßt sich leicht der Flüssigkeitsgehalt des Analysenmaterials berechnen. Diese Methode wurde auch zur Bestimmung des Wassergehaltes des Untersuchungsmaterials für die vorliegende Arbeit angewandt. Die Wassergehaltsbestimmung wurde im Rahmen des Widmark-Verfahrens vorgenommen und die Proben dementsprechend zwei Stunden über Dichromatschwefelsäure getrocknet.

2.3 Schwierigkeiten bei der "wahren" BAK- und Wassergehaltsbestimmung

Wie nicht anders zu erwarten, können bei Alkoholbestimmungen an Leichenblut, außer den oben erwähnten Wassergehaltsschwankungen, noch andere Schwierigkeiten auftreten, die durch Fäulnisprozesse und Alkoholdiffusion hervorgerufen werden und bei der Befunderhebung berücksichtigt werden müssen.

Die Blutalkoholkonzentration kann durch bei den Fäulnisvorgängen entstehende reduzierende Substanzen verfälscht werden. Außerdem wird eine echte Alkoholneubildung nach dem Tode, bei der außer Fäulnis auch Gärungsprozesse, hervorgerufen durch Bakterien, beteiligt sein können, diskutiert (34, 35, 36). Bei den entstehenden Stoffen soll es sich in der Hauptsache um Äthanol handeln, aber auch um Methanol und andere Alkohole, z.B. iso-Propylalkohol (41, 42, 49). Die Anwendung spezifischer Alkoholnachweisverfahren ermöglicht jedoch ein Erkennen dieser Substanzen und damit die Beseitigung der Fehlerquelle.

Ebenso wird diskutiert, ob die Werte bei verschiedenen Entnahmeorten differieren. So soll der Entnahmeort so peripher wie möglich liegen, da immer wieder beschrieben wird, daß es bei Blutentnahme aus zentral gelegenen Körperregionen, z.B. aus dem Herzen zu einer Verfälschung der Ergebnisse kommt.

Die Untersuchungen verschiedener Autoren deuten darauf hin, daß es nach dem Tode durch Diffusion des im Magen befindlichen Alkohols in die umgebenden Körperregionen,

auch zu einer Erhöhung des Alkoholgehalts im Herzblut kommt (1, 3, 7, 11). Von anderen Autoren konnte eine derartige Änderung, vor allem kurze Zeit nach dem Tode, nicht nachgewiesen werden (6, 7).

Brettel (4) stellte eine strenge Korrelation zwischen dem Abfall der Blutalkoholkonzentration und dem Wasserverlust des Blutes nach dem Tode fest. Der Wassergehalt scheint kurz nach dem Tod leicht anzusteigen (7), was auf Zersetzung von organischer Substanz und damit auf Bildung von flüchtigen Stoffen (Aceton, Ammoniak, Schwefelwasserstoff, Alkohol) zurückzuführen sei. Um den Betrag dieser Substanzen verringere sich das Gewicht der Trockensubstanz und somit erhöhe sich der Wassergehalt des Untersuchungsmaterials scheinbar.

3 Untersuchungsergebnisse

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, festzustellen, ob die routinemäßige Untersuchung des Wassergehaltes an Leichenblutproben geeignet ist, relevante Aussagen bezüglich des Todeszeitpunktes, des Geschlechtes und der Todesart zu treffen. Außerdem sollte der Einfluß des Wassergehaltes auf die Höhe der BAK bei Leichen untersucht werden. Desgleichen wurde ermittelt, welche Bedeutung bei der BAK-Bestimmung ein spezielles Nachweisverfahren gegenüber einem unspezifischen haben kann. Ebenso sollte festgestellt werden, ob sich Unterschiede der alkoholischen Beeinflussung bei Leichen männlichen und weiblichen Geschlechts feststellen lassen.

Hierzu wurden die Ergebnisse der Blutalkoholbestimmungen und der dabei routinemäßig mitbestimmte Wassergehalt von 790 männlichen und 350 weiblichen Leichen, die in der Zeit von August 1975 bis März 1977 seziert worden waren, untersucht. Bei allen Leichen wurde die Blutprobe aus der Oberschenkelvene entnommen. Es wurden Doppelbestimmungen durchgeführt und der Mittelwert der Wassergehaltsmessung berücksichtigt.

Abb. 1 zeigt die Verteilung der Wassergehalte aller Untersuchten in Prozent (1140 Fälle). Es ergibt sich eine Kurve, die einer Normalverteilung sehr nahe kommt. Bei dem unausgelesenen Kollektiv ergab sich bei einer Streuung von 4 % ein mittlerer Wassergehalt von 74,1 % (Abb.1; Tab. 1). Mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 1 % liegen 90 % der Untersuchungen zwischen 67 % und 81 % Wassergehalt.

Vergleicht man die Wassergehalte der männlichen und weiblichen Leichen, dann kann festgestellt werden, daß bei den Frauen ein höherer Wert gemessen wird als bei den Männern. Zur genauen Darstellung wurden Abb. 2 und 3 und Tab. 2 und 3 angefertigt. Hieraus ist ersichtlich, daß sich bei den Frauen hauptsächlich ein Wassergehalt zwischen 75 % und 75,9 % und bei den Männern einer zwischen 73 und 73,9 % findet. Mit statistischer Sicherheit von 99 % liegen die Mittelwerte bei den weiblichen Leichen um 1 % höher als bei den männlichen. Der Mittelwert beträgt bei den Männern 73,8 % und bei den Frauen 74,84 %.

Bei erstmaliger Durchsicht der Fälle schien es, als wirkten sich bestimmte Todesarten, wie Erhängen oder Ertrinken auf die Höhe des Probenwassergehaltes aus. Um diese Frage zu klären, wurden die Fälle, bei denen Tod durch Erhängen oder Ertrinken festgestellt wurde, getrennt betrachtet (Abb. 4 und 5; Tab. 4 und 5). Abb. 4 zeigt die Verteilung der Wassergehalte bei Tod durch Erhängen (47 Fälle) und Abb. 5 die der Wasserleichen (25 Fälle).

Bei den Erhängten fällt auf, daß in einem sehr hohen Prozentsatz (21,3 %) ein Wassergehalt zwischen 69 und 69,9 % ermittelt wurde. Vergleicht man den Mittelwert der Wassergehalte aller Fälle mit dem der Erhängten, dann sind Unterschiede zu erkennen. Der Wassergehalt liegt im Mittel bei den Erhängten 2 % niedriger, als in der Gesamtheit der Fälle. Auffallend ist, daß bei den Wasserleichen (Abb. 5) der mittlere Wassergehalt um 1 % niedriger liegt, als beim unausgelesenen Kollektiv. In beiden Fällen ist jedoch, wegen der geringen Anzahl im Vergleich zur Gesamtzahl, eine statistisch gesicherte Aussage leider nicht möglich.

Nachdem sich die Vermutung, daß sich bestimmte Todesarten auf den Probenwassergehalt von Leichen auswirken, nicht bestätigte, wurden weitere diesbezügliche Untersuchungen nicht durchgeführt, da sich auch bei anderen Todesursachen, als bei obengenannten, schon bei der Durchsicht keinerlei Anhaltspunkte für eine Abhängigkeit zeigten.

Ausgehend von der Überlegung, daß es nach dem Tode zu einem Wasserverlust des Blutes kommt, wurde zu ermitteln versucht, ob eine Beziehung zwischen Wassergehalt und Todeszeitpunkt besteht, wenngleich der Probenwassergehalt keine Rückschlüsse auf den Blutwassergehalt des Gesamtorganismus zuläßt (3, 5, 7). Es wurden zunächst die gemessenen Werte über der Liegedauer aufgetragen. Diese war in 771 Fällen bekannt (Abb. 6). Bei dem festgestellten Verteilungsmuster war ebensowenig, wie anhand theoretischer Überlegungen, zu erwarten, daß Rückschlüsse auf die Liegedauer gezogen werden können. Dennoch zeigte sich, daß der Probenwassergehalt mit zunehmender Liegedauer im Mittel abnimmt (Abb. 7). Der Korrelationskoeffizient der mit ihrem 95 %-igen Vertrauensbereich dargestellten Regressionsgeraden beträgt 0,3. Betrachtet man jedoch den mit 99 %-iger statistischer Sicherheit berechneten 90 %-igen Toleranzbereich, dann zeigt sich, daß anhand der routinemäßig bestimmten Höhe des Probenwassergehaltes keine Aussage über den jeweiligen Todeszeitpunkt getroffen werden kann.

Um die Bedeutung der routinemäßigen Wassergehaltsbestimmung bei Leichenblutproben aufzuzeigen, wurde ermittelt, wie häufig falsch zu hohe bzw. falsch zu niedrige Werte ohne Berücksichtigung des Wassergehalts gemessen worden wären, wenn wie beim Lebenden lediglich ein durchschnittlicher Wassergehalt von 78 % berücksichtigt worden wäre (Abb. 8).

Geht man von einem Vollblutwassergehalt von 78 % aus und legt die Formel (Vierordt, 44)

$$BAK_{H_2O} = \frac{BAK\ (‰)}{Wassergehalt\ \%}$$

zugrunde, so zeigt sich, daß bei einem Wassergehalt von 71 % die BAK um 10 % zu niedrig angegeben würde. Das trifft im vorliegenden Untersuchungsmaterial bei 21,8 % zu. Bei einem Wassergehalt unter 65 % ergibt sich eine um 20 % zu niedrige BAK-Angabe, was bei 1,14 % der Fall wäre. 10 % zu hohe Werte hingegen wären in 1,45 % angegeben worden (Abb. 8). Durch Nichtberücksichtigung des Wassergehaltes einer Leichenblutprobe kann also das Ergebnis der BAK-Bestimmung stark verfälscht werden.

Eine weitere, ebenso bedeutsame Fehlerquelle können reduzierende Substanzen in der Probe, wie sie unter anderem bei Fäulnis auftreten können, darstellen (3, 7, 22, 34, 36, 41, 42, 43, 45, 47, 48, 49, 50).

Um eine Aussage über den möglichen Einfluß derartiger Prozesse auf die Höhe der BAK treffen zu können, wurden die gemessenen BAK-Werte einer unspezifischen (Widmark-Verfahren) und einer spezifischen Methode (Gaschromatographie) verglichen. Es wurden die Fälle ausgewählt (insgesamt 38), bei denen mittels der Gaschromatographie, außer Äthanol, noch andere reduzierende Substanzen in erheblicher Menge nachgewiesen worden waren. Die Größe der Differenzen der Ergebnisse bei der BAK-Bestimmung mittels Widmark-Verfahren und Gaschromatographie sind in Abb. 9 (Tab. 6) dargestellt. Es zeigt sich, daß 39,47 % (15 Fälle) der Fälle eine Differenz von 0,2 - 0,39 ‰ aufweisen. Bei 15,79 % (6Fälle) wurde eine Abweichung von 0,4 - 0,59 ‰ festgestellt. Bei 5,26 % (2 Fälle) lag die Differenz zwischen 0,6 und 0,79 ‰. In 7,89 % (3 Fälle) waren es 0,8 - 0,99 ‰, in 2,63 % (1 Fall) waren es 1,0 - 1,19 ‰. Zwischen 1,2 und 1,39 ‰ betrug die Differenz in 5,36 ‰ (2 Fälle). In jeweils einem Fall lag die Differenz zwischen 1,4 und 1,59 ‰ und zwischen 2,0 und 2,19 ‰.

Lediglich 7 der untersuchten Fälle wiesen eine Differenz auf, die unter 0,2 ‰ lag.

Diese Untersuchung zeigt deutlich den Vorteil des spezifischen Verfahrens, mit dem reduzierende Substanzen in einer Blutprobe erkannt und bei der BAK-Bestimmung berücksichtigt werden können.

Interessant erschien es auch festzustellen, ob eine Korrelation zwischen Geschlecht und BAK besteht. Hierzu wurde zusätzlich ermittelt, in wieviel Fällen Alkohol in der Probe gefunden wurde. In unserem Untersuchungsmaterial fand sich bei 470 Leichen eine BAK von mehr als 0,2 ‰. 101 Leichen (21,49 %) waren weiblichen, 369 (78,51 %) männlichen Geschlechts. Setzt man die Gesamtzahl der Männer gleich 100 %, so standen 46,71 % zum Todeszeitpunkt unter Alkoholeinfluß. Bei den Frauen hatten nur 28,81 % Alkohol genossen.

Die Verteilung der BAK der weiblichen Leichen ist aus Abb. 10, die der männlichen aus Abb. 11 zu ersehen (Tab. 7 und 8). Insgesamt erscheint die BAK-Verteilung bei den Männern gleichmäßiger, als bei den Frauen. Es fällt auf, daß die hohen BAK (mehr als 2,5 ‰) bei den Frauen prozentual höher liegen als bei den Männern. Um nachzuprüfen, ob dieser Eindruck richtig ist, wurde in Abb. 12 und 13 (Tab. 9 und 10) der prozentuale Anteil der verschiedenen gemessenen BAK dargestellt, wobei zunächst Fälle mit Werten über 2,5 ‰ gleich 100 % gesetzt und anschließend diese Prozentzahl über der BAK aufgetragen wurde.

68 männliche Leichen, das sind 18,43 % aller Männer, bei denen Alkohol im Blut festgestellt wurde, haben eine BAK von mehr als 2,5 ‰. Dagegen wurde bei 29,75 %, das entspricht 25 Fällen, der weiblichen Leichen, eine BAK von mehr als 2,5 ‰ festgestellt.

Bezieht man diese Werte auf die Gesamtzahl der Frauen, so ergibt sich ein Prozentsatz von 7,14 % mit einer Blutalkoholkonzentration von mehr als 2,5 ‰, bei den Männern (790) waren es 8,61 %, die so hohe BAK-Werte erreichten. Setzt man die 68 männlichen Leichen mit einer BAK von mehr als 2,5 ‰ gleich 100 %, dann weisen 69,3 %, das sind 47 Fälle, eine BAK zwischen 2,5 ‰ und 3,09 ‰ auf. Das sind 5,95 % aller männlichen Leichen (790 Fälle). Eine BAK zwischen 3,1 und 3,69 ‰ wurde bei 12 Männern, das sind 17,64 % der männlichen Leichen mit einer BAK von mehr als 2,5 ‰ und 1,5 % aller männlichen Leichen. Einen BAK-Wert zwischen 3,7 und 4,29 ‰ hatten 3,35 % (5 Fälle), das entspricht 0,6 % aller untersuchten Männer.

5,5 % der Männer mit einer BAK von mehr als 2,5 ‰ (4 Fälle) hatten eine BAK von mehr als 4,3 ‰, das sind 0,5 % aller männlichen Leichen.

Werden die weiblichen Leichen mit einer Blutalkoholkonzentration von mehr als 2,5 ‰ mit 100 % gleichgesetzt, so hatten 64 % (16 Fälle) eine BAK zwischen 2,5 und 3,09 ‰, das sind 4,57 % aller untersuchten Frauen (350 Fälle). 7 Fälle, das sind 28 % der Frauen mit einer BAK von mehr als 2,5 ‰, hatten eine BAK zwischen 3,1 und 3,69 ‰, das entspricht 2 % aller untersuchten weiblichen Leichen.

Keine der weiblichen Leichen hatte eine BAK zwischen 3,7 und 4,29 ‰. In 2 Fällen, das sind 8 % der weiblichen Leichen mit einer BAK über 2,5 ‰, ergab sich eine BAK von mehr als 4,3 ‰, das sind 0,57 % aller untersuchten Frauen.

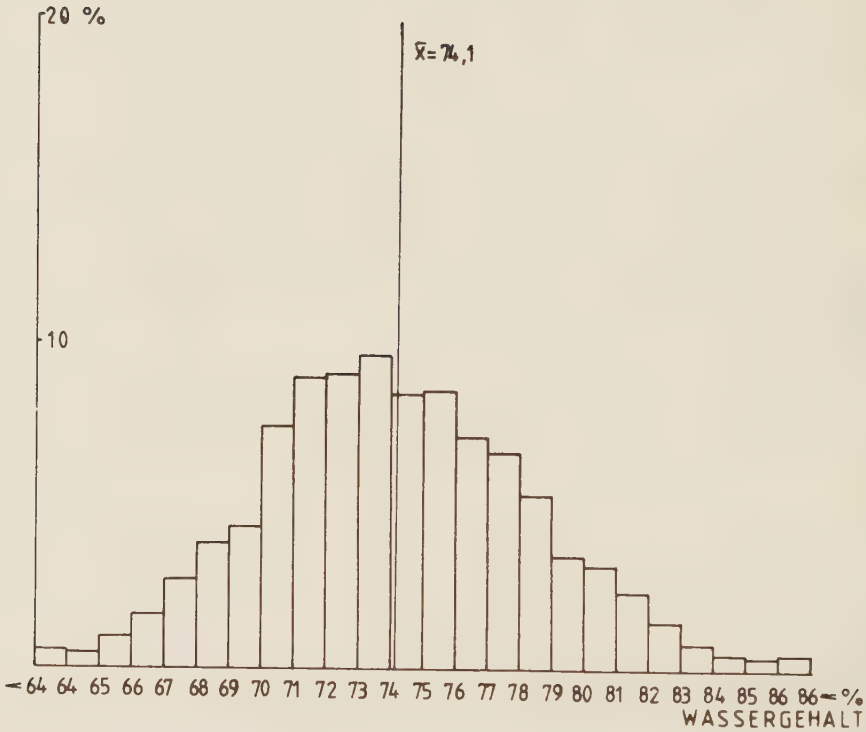

Abb. 1

Verteilung der Wassergehalte aller untersuchten Leichen (1140 Fälle).

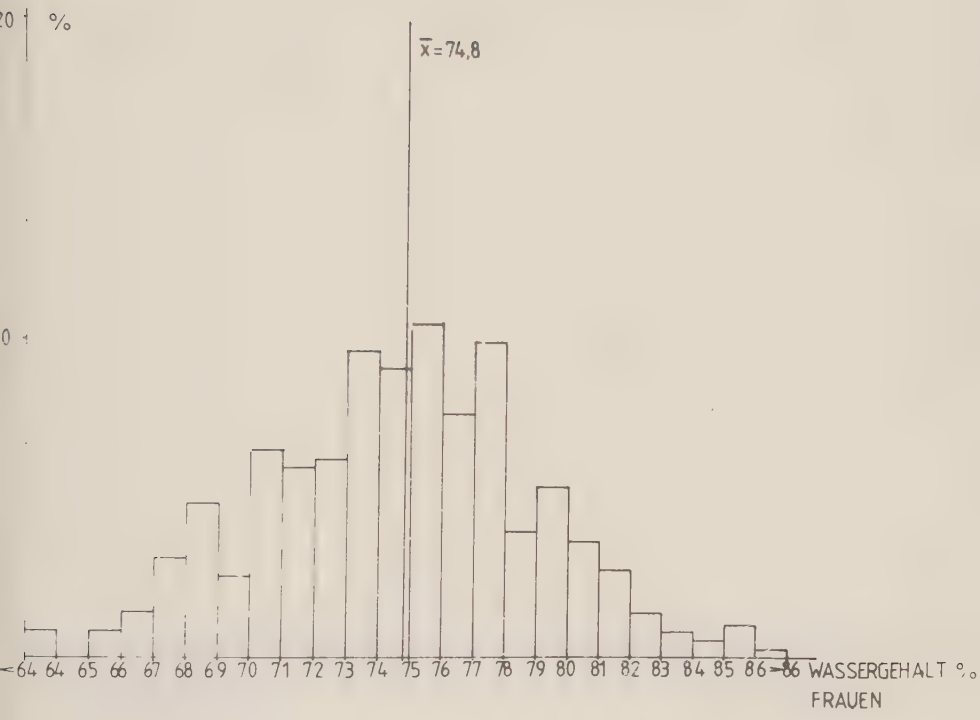

Abb. 2
Verteilung der Wassergehalte bei weiblichen Leichen
(350 Fälle).

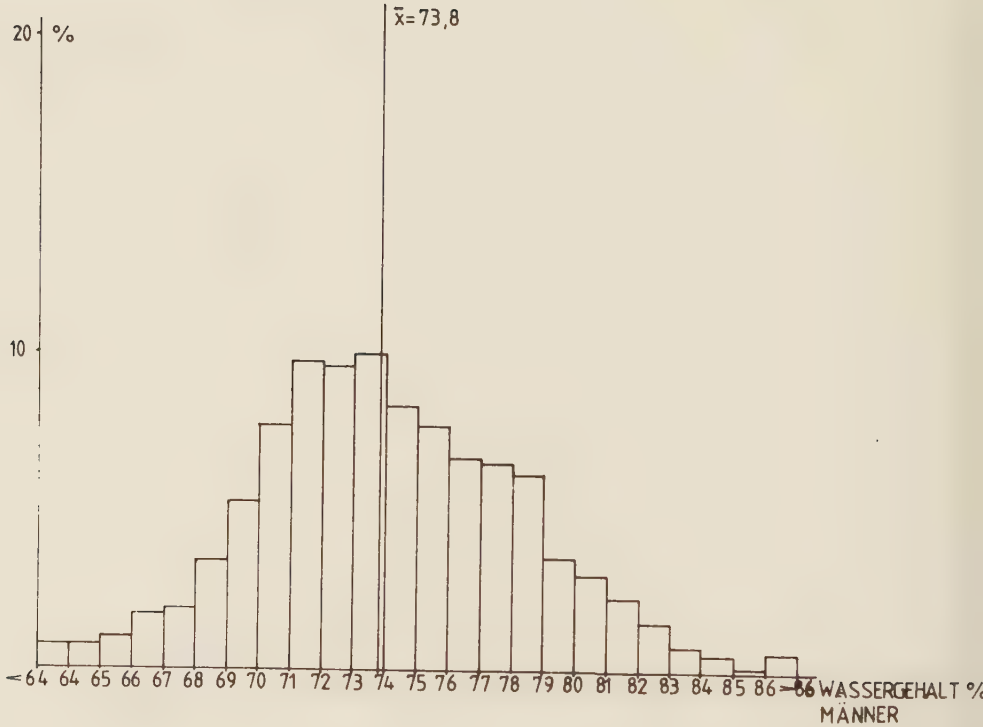

Abb. 3

Verteilung der Wassergehalte bei männlichen Leichen.
(790 Fälle).

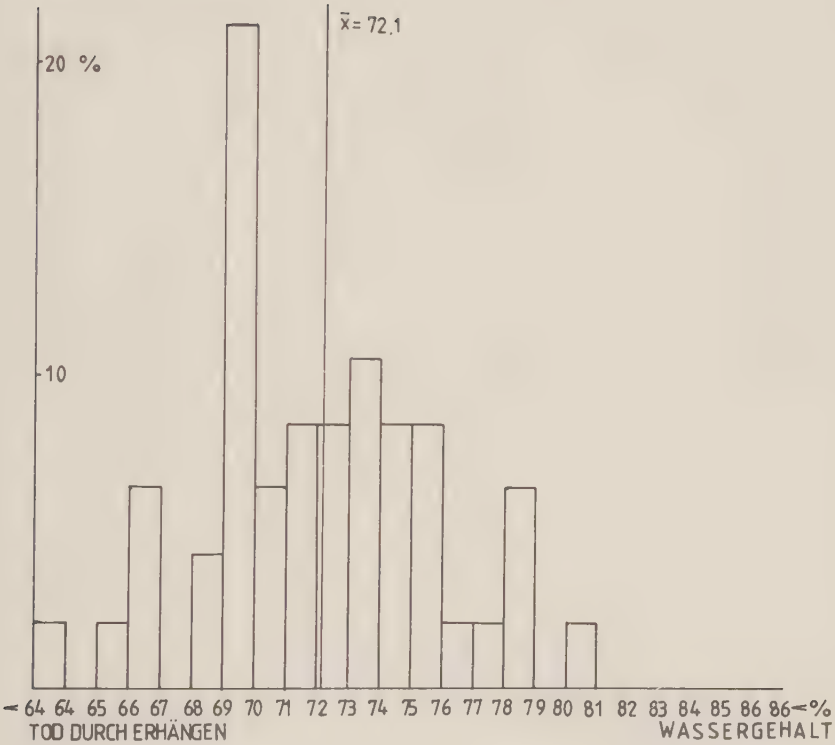

Abb. 4
Verteilung der Wassergehalte bei Tod durch Erhängen (47 Fälle).

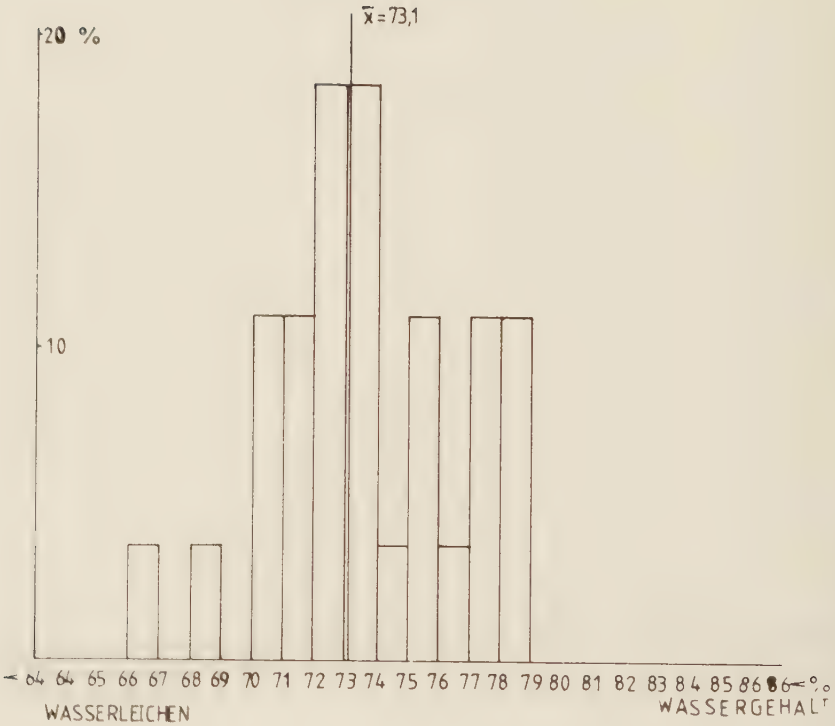

Abb. 5
Verteilung der Wassergehalte bei Wasserleichen
(27 Fälle).

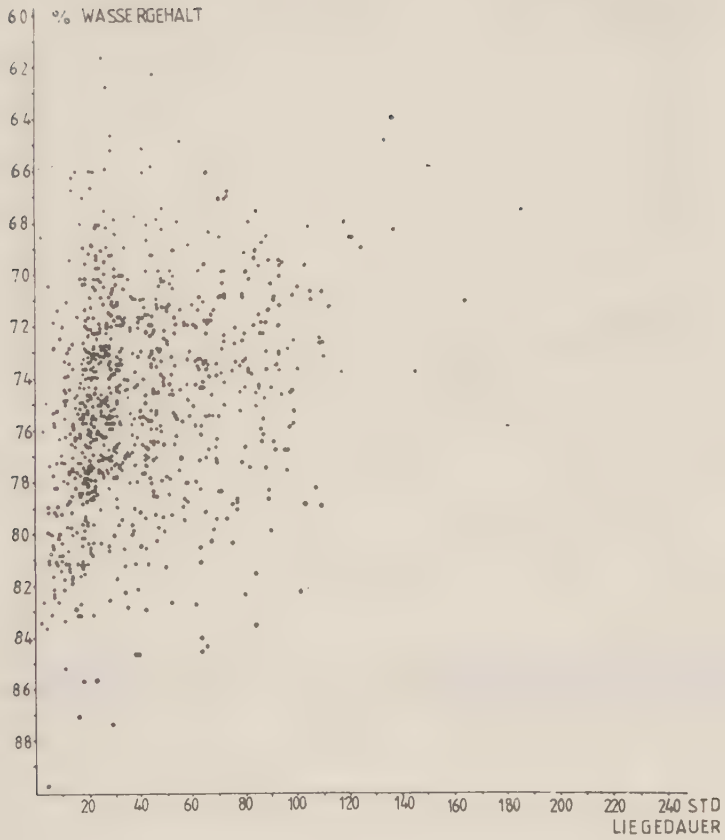

Abb. 6

Wassergehalte in Abhängigkeit von der Liegedauer (771 Fälle).

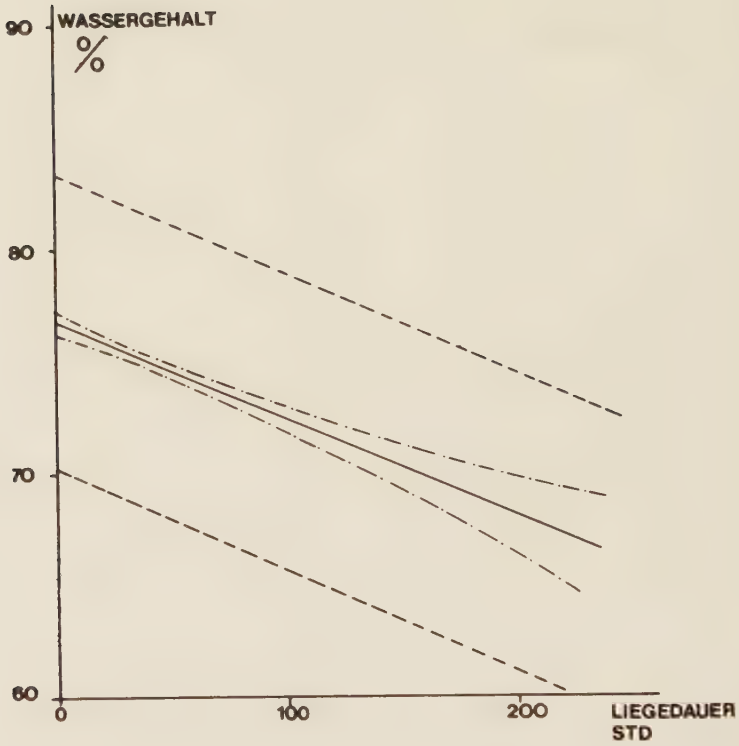

Abb. 7
Lineare Regression des Wassergehaltes in Abhängigkeit von der Liegedauer.

-.-.-.- 95 % - Vertrauensbereich der Regressionsgeraden

------- 90 % - Toleranzbereich der Einzelwerte (Irrtumswahrscheinlichkeit 1 %)

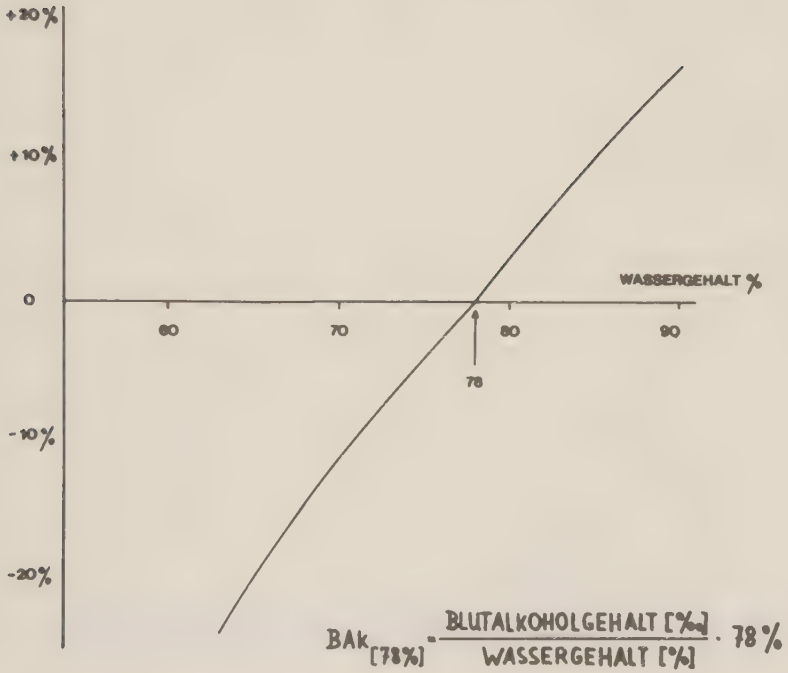

Abb. 8
Einfluß des Wassergehaltes auf die bestimmte BAK

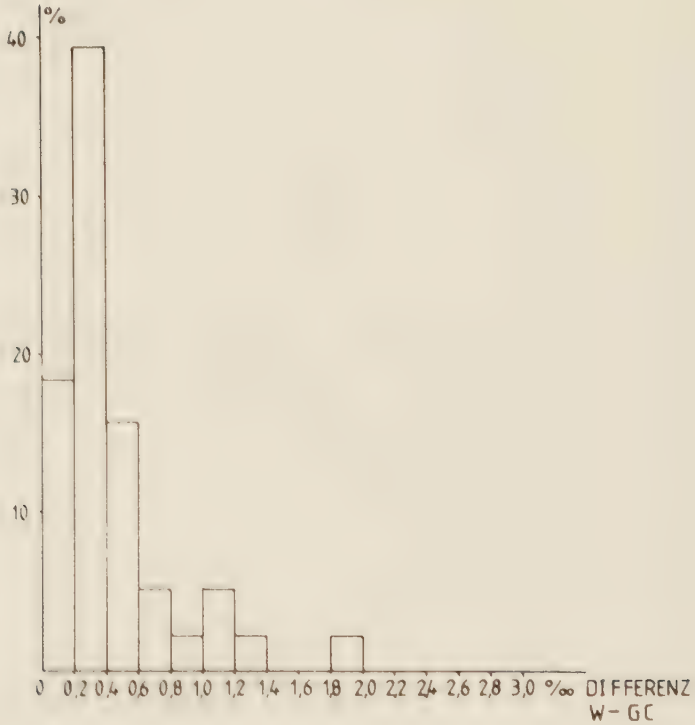

Abb. 9
Verteilung der Differenzen zwischen den BAK beim Widmark-Verfahren und der Gaschromatographie bei Leichen mit erheblichen Mengen von reduzierenden Substanzen (38 Fälle).

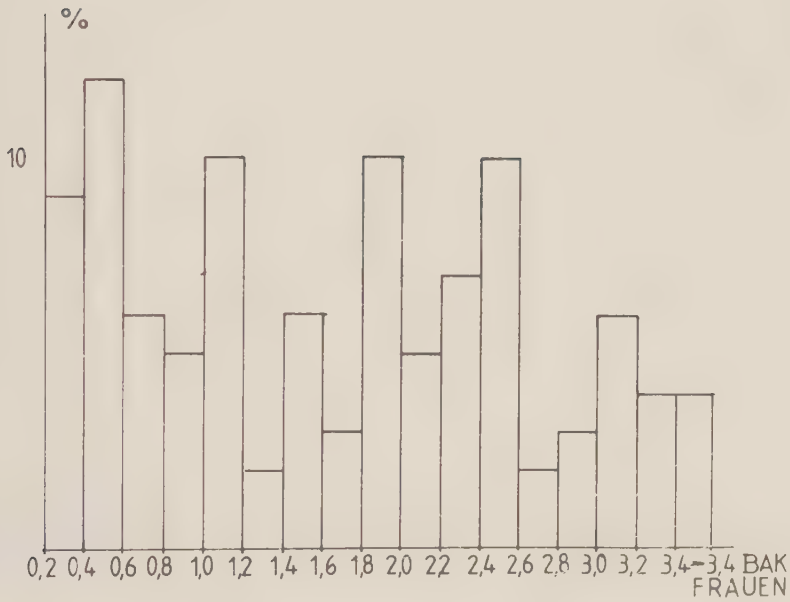

Abb. 10
Verteilung der BAK bei weiblichen Leichen (101 Fälle).

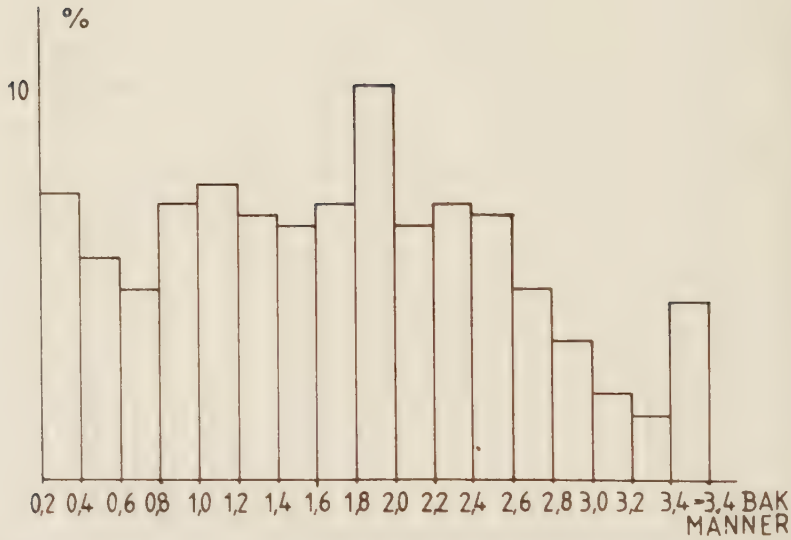

Abb. 11
Verteilung der BAK bei männlichen Leichen (369 Fälle).

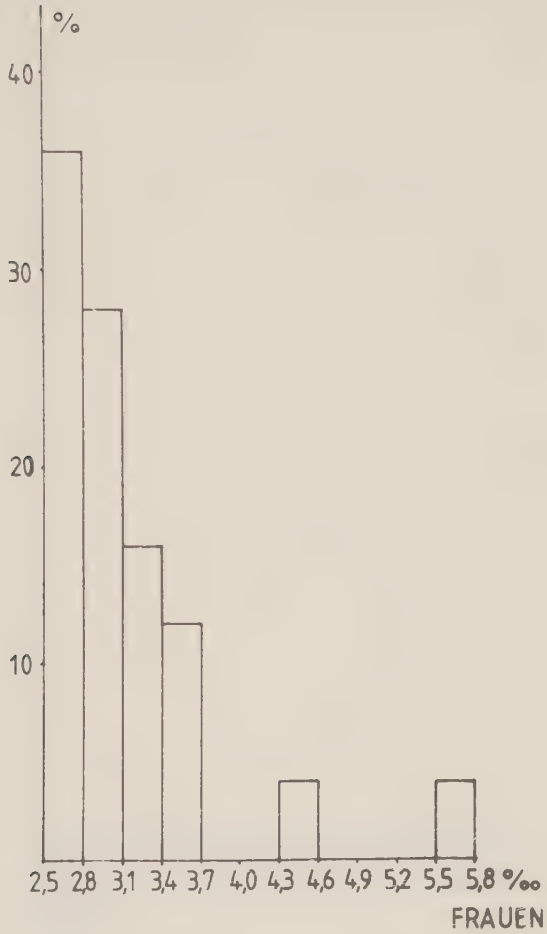

Abb. 12
Verteilung der BAK bei weiblichen Leichen mit BAK > 2,5 ‰
(25 Fälle).

Abb. 13

Verteilung der BAK bei männlichen Leichen mit BAK > 2,5 ‰.
(68 Fälle).

Tab. 1: Verteilung der Wassergehalte ohne Berücksichtigung der Liegedauer (1140 Fälle)

% Wassergehalt	Anzahl
< 64	7
64 - 64,9	6
65 - 65,9	11
66 - 66,9	19
67 - 67,9	26
68 - 68,9	45
69 - 69,9	50
70 - 70,9	85
71 - 71,9	102
72 - 72,9	104
73 - 73,9	111
74 - 74,9	97
75 - 75,9	98
76 - 76,9	82
77 - 77,9	88
78 - 78,9	62
79 - 79,9	40
80 - 80,9	36
81 - 81,9	28
82 - 82,9	17
83 - 83,9	9
84 - 84,9	6
85 - 85,9	5
> 85,9	6

Tab. 2: Verteilung der Wassergehalte bei weiblichen Leichen (350 Fälle)

% Wassergehalt	Anzahl
< 64	3
64 - 64,9	0
65 - 65,9	3
66 - 66,9	5
67 - 67,9	11
68 - 68,9	17
69 - 69,9	9
70 - 70,9	23
71 - 71,9	21
72 - 72,9	22
73 - 73,9	34
74 - 74,9	32
75 - 75,9	37
76 - 76,9	27
77 - 77,9	35
78 - 78,9	14
79 - 79,9	19
80 - 80,9	13
81 - 81,9	10
82 - 82,9	5
83 - 83,9	3
84 - 84,9	2
85 - 85,9	4
> 85,9	1

Tab. 3: Verteilung der Wassergehalte bei männlichen Leichen (790 Fälle)

% Wassergehalt	Anzahl
< 64	6
64 - 64,9	6
65 - 65,9	8
66 - 66,9	14
67 - 67,9	15
68 - 68,9	27
69 - 69,9	42
70 - 70,9	61
71 - 71,9	77
72 - 72,9	76
73 - 73,9	79
74 - 74,9	66
75 - 75,9	61
76 - 76,9	53
77 - 77,9	52
78 - 78,9	49
79 - 79,9	28
80 - 80,9	24
81 - 81,9	18
82 - 82,9	12
83 - 83,9	6
84 - 84,9	4
85 - 85,9	1
> 85,9	5

Tab. 4: Verteilung der Wassergehalte bei Erhängten ohne Berücksichtigung der Liegedauer (47 Fälle)

% Wassergehalt	Anzahl
< 64	1
64 - 64,9	0
65 - 65,9	1
66 - 66,9	3
67 - 67,9	0
68 - 68,9	2
69 - 69,9	10
70 - 70,9	3
71 - 71,9	4
72 - 72,9	4
73 - 73,9	5
74 - 74,9	4
75 - 75,9	4
76 - 76,9	1
77 - 77,9	1
78 - 78,9	3
79 - 79,9	0
80 - 80,9	1
81 - 81,9	0
82 - 82,9	0
83 - 83,9	0
84 - 84,9	0
85 - 85,9	0
> 85,9	0

Tab. 5: Verteilung der Wassergehalte bei Wasserleichen ohne Berücksichtigung der Liegedauer (27 Fälle)

% Wassergehalt	Anzahl
< 64	0
64 - 64,9	0
65 - 65,9	1
66 - 66,9	0
67 - 67,9	1
68 - 68,9	0
69 - 69,9	3
70 - 70,9	3
71 - 71,9	5
72 - 72,9	5
73 - 73,9	1
74 - 74,9	3
75 - 75,9	1
76 - 76,9	3
77 - 77,9	3
78 - 78,9	0
79 - 79,9	0
80 - 80,9	0
81 - 81,9	0
82 - 82,9	0
83 - 83,9	0
84 - 84,9	0
85 - 85,9	0
> 85,9	0

Tab. 6:
Differenzen zwischen BAK-Werten von Leichen mit erheblichen Mengen von reduzierenden Substanzen, die bei der Bestimmung mittels dem Widmark-Verfahren und dem Gaschromatischen Verfahren erhalten wurden.

BAK ‰	Anzahl
0,00 - 0,19	7
0,2 - 0,39	15
0,4 - 0,59	6
0,6 - 0,79	2
0,8 - 0,99	3
1,0 - 1,19	1
1,2 - 1,39	2
1,4 - 1,59	1
1,6 - 1,79	0
1,8 - 1,99	0
2,0 - 2,19	1

Tab. 7: Verteilung der BAK bei weiblichen Leichen (101 Fälle)

BAK ‰	Anzahl
0,2 - 0,39	9
0,4 - 0,59	12
0,6 - 0,79	6
0,8 - 0,99	5
1,0 - 1,19	10
1,2 - 1,39	2
1,4 - 1,59	6
1,6 - 1,79	3
1,8 - 1,99	7
2,0 - 2,19	5
2,2 - 2,39	7
2,4 - 2,59	10
2,6 - 2,79	2
2,8 - 2,99	3
3,0 - 3,19	6
3,2 - 3,39	4
> 3,39	4

Tab. 8: Verteilung der BAK bei männlichen Leichen (369 Fälle)

BAK ‰	Anzahl
0,2 - 0,39	27
0,4 - 0,59	21
0,6 - 0,79	18
0,8 - 0,99	26
1,0 - 1,19	28
1,2 - 1,39	25
1,4 - 1,59	24
1,6 - 1,79	26
1,8 - 1,99	37
2,0 - 2,19	24
2,2 - 2,39	26
2,4 - 2,59	25
2,6 - 2,79	18
2,8 - 2,99	13
3,0 - 3,19	8
3,2 - 3,39	6
> 3,39	17

Tab. 9: Verteilung der BAK bei weiblichen Leichen mit einer BAK von mehr als 2,5 ‰ (25 Fälle).

BAK ‰	Anzahl
2,5 - 2,79	9
2,8 - 3,09	7
3,1 - 3,39	4
3,4 - 3,69	3
3,7 - 3,99	0
4,0 - 4,29	0
4,3 - 4,59	1
4,6 - 4,89	0
4,9 - 5,19	0
5,2 - 5,49	0
5,5 - 5,79	1

Tab. [illegible] Verteilung der BAK bei obduzierten Leichen mit einer BAK von mehr als 2,5 ‰ (68 Fälle).

BAK ‰	Anzahl
2,5 - 2,99	28
2,5 - 3,99	19
3,0 - 3,49	8
3,5 - 3,99	4
3,7 - 3,99	5
4,0 - 4,49	0
4,3 - 4,49	1
4,5 - 4,99	2
4,9 - [illegible]	1
5,0 - 5,49	1
5,5 - 5,99	0

Diskussion

In vorliegender Arbeit wurden die routinemäßigen Wassergehaltsbestimmungen, die im Rahmen von 1140 BAK-Bestimmungen durchgeführt wurden, ausgewertet. Sodann wurde untersucht, ob anhand des unterschiedlichen Probenwassergehaltes Aussagen über Geschlecht, Liegedauer und Todesart getroffen werden können.

Des weiteren wurde nochmals aufgezeigt, welche Differenzen bei der BAK-Bestimmung, ohne Berücksichtigung eventuell vorhandener anderer reduzierender Substanzen, außer Äthanol, auftreten können. Außerdem wurde festgestellt, ob in der Höhe der BAK-Werte bei männlichen und weiblichen Leichen ein Unterschied besteht.

Es zeigte sich, daß die Wassergehalte im Mittel bei weiblichen Leichen um etwa 1 % höher lagen, als bei männlichen. Dies entspricht etwa auch den Verhältnissen, wie man sie bei lebenden Personen findet (7, 11).

Audrlický (1), der Untersuchungen an verschiedenen Leichen (Mehrfachbestimmungen) vornahm, stellte Wassergehaltsunterschiede zwischen 61 und 90 % fest. Ähnliche Verhältnisse finden sich, obwohl bei der routinemäßigen BAK-Untersuchung nur ein Mittelwert aus zwei Bestimmungen vom selben Entnahmeort, im vorliegenden Fall der Oberschenkelvene, berücksichtigt wurde, auch in dieser Arbeit.

Die mehrfach in der Literatur angegebene Abnahme des Wassergehaltes mit zunehmender Liegedauer konnte auch durch unsere Untersuchungen nachgewiesen werden (1, 5, 7).

Im Einzelfall kann jedoch keinesfalls anhand der Höhe des Wassergehaltes einer Probe, der durch eine Mittelung einer Doppelentnahme bestimmt wurde, auf die Liegedauer geschlossen werden, da ja, wie durch die Literatur hinreichend bekannt, diese Untersuchungen keinen Rückschluß auf den Wassergehalt des Gesamtorganismus zuläßt. Die Untersuchungen zahlreicher Autoren, wie z.B. Audrlický, Brettel und Klöppel, haben gezeigt, daß an unterschiedlichen Körperstellen, bedingt durch Zersetzungsprodukte und Gewebeveränderungen, verschieden hohe Wassergehalte gefunden werden können (1, 5, 7, 25).

Auch der Einfluß, der durch den Ertrinkungstod auf den Wassergehalt einer Leiche ausgeübt wird, wurde schon früher untersucht (4, 7, 15, 26, 46).

Die vorliegenden Ergebnisse decken sich weitgehend mit denen von Grüner, Baberl und Deutschmann, die keinen wesentlichen Unterschied im Wassergehalt von Wasserleichen und Nichtwasserleichen feststellen konnten. Der Wassergehalt der Wasserleichen lag auch bei ihnen um etwa 1 % unter dem der Nichtwasserleichen (15). Man kann daraus schließen, daß es post mortem nicht zu einem Eindringen von Wasser in die Gefäße kam.

Ebenso wurde der Wassergehalt bei Erhängten untersucht, wobei auffiel, daß ein größerer Prozentsatz (21,3 %) einen Wassergehalt zwischen 69 und 69,9 % aufwies. Theoretisch wäre für dieses Phänomen die Möglichkeit zu diskutieren, daß bei einem Erhängten das Blut in die tiefer gelegenen Körperteile sinkt und sich dort staut. Tritt nun Wasser durch Diffusionsvorgänge oder ähnliches in das umgebene Gewebe, so befinden sich im Gefäß mehr feste Bestandteile als es bei anderen Leichen an der selben Stelle, nämlich in der Oberschenkelvene, der Fall wäre.

Statistisch abgesichert konnte diese Beobachtung wegen der relativ geringen Zahl der Fälle jedoch nicht werden. Außerdem ist der Wassergehalt einer Leiche noch zusätzlich von zahlreichen anderen Faktoren abhängig, so daß keinesfalls anhand einer Probenbestimmung ein Rückschluß auf eine spezielle Todesart zulässig ist.

Trotz der großen Anzahl von Veröffentlichungen (1, 3, 4, 5, 7, 11, 12, 13, 14, 15), in denen immer wieder darauf hingewiesen wurde, daß bei der Alkoholbestimmung, besonders in Leichenblut, der Wassergehalt nicht unberücksichtigt bleiben darf, wurde untersucht, wie sich der Wassergehalt auf die Höhe der BAK in der Routine auswirkt. Hierbei zeigt sich, daß um 10 % zu hohe Werte in 1,45 % bzw. zu niedrige in 21, 8 % der Fälle angegeben worden wären. Dies kann im Einzelfall von großer forensischer Bedeutung sein, man denke nur an die versicherungsrechtlichen Konsequenzen, die sich daraus ergeben könnten.

Auch reduzierende Substanzen können das Ergebnis einer BAK-Untersuchung stark beeinflussen. Darauf wurde schon früher von vielen Autoren hingewiesen. Sie hoben auch die großen Vorteile, die spezifische Untersuchungsmethoden gegenüber unspezifischen haben, hervor (7, 11, 16, 22, 34, 35, 36, 39, 41, 42, 45, 47, 49).

Auch beim vorliegenden Vergleich der BAK-Werte von Leichenblutproben, bei denen erhebliche Mengen von reduzierenden Substanzen festgestellt wurden, wurde der große Vorteil spezifischer Untersuchungsmethoden offensichtlich.

Sie sind wesentlich genauer, als unspezifische Methoden, bei denen, durch nicht erkannte reduzierende Substanzen, zu hohe BAK-Werte angegeben werden können, was zu Fehlbeurteilungen der Probe führt, die aus forensischen Gründen nach Möglichkeit vermieden werden sollten.

Im vorliegenden Untersuchungsmaterial fiel auf, daß hohe BAK-Werte bei Frauen prozentual häufiger auftraten, als bei Männern. Es zeigt sich, daß 18,43 % aller Männer, die unter Alkoholeinfluß standen, gegenüber 29,75 % aller alkoholisierten Frauen, eine BAK von mehr als 2,5 ‰ erreichten. Dagegen wurde lediglich bei 28,81 % aller Frauen überhaupt Alkohol festgestellt, während 46,71 % der Männer vor ihrem Tode Alkohol genossen hatten. Man könnte also sagen, daß die Frauen weniger häufig unter Alkoholeinfluß standen, als die Männer. Die Fälle mit BAK-Werten im Bereich der Volltrunkenheit treten jedoch bei ihnen relativ häufiger auf, als bei Männern.

5 Zusammenfassung

Für diese Arbeit wurden die Routineuntersuchungen von 1140 Leichen (790 männliche, 350 weibliche), die im Institut für Rechtsmedizin in München seziert worden waren und bei denen Alkoholgehalt und Wassergehalt des Blutes bestimmt worden waren, ausgewertet.
Die wichtigsten Ergebnisse waren:

1. Der Wassergehalt liegt bei Frauen im Mittel etwa 1 % höher als bei Männern.
2. Man kann aufgrund eines besonders niedrigen oder besonders hohen Wassergehaltes einer Leiche nicht auf eine bestimmte Todesart, wie z.B. Tod durch Erhängen oder Ertrinken schließen.
3. Der Wassergehalt nimmt mit der Liegedauer ab.
4. Man kann den Todeszeitpunkt nicht aus einem bestimmten Wassergehalt ableiten.
5. Es muß bei BAK-Bestimmungen an Leichen immer der Wassergehalt bestimmt werden, da sich sonst sehr starke Abweichungen vom wahren Wert ergeben können.
6. 46,71 % der Männer und 28,81 % der Frauen standen zum Zeitpunkt ihres Todes unter Alkoholeinfluß.
7. 18,43 % aller männlichen und 29,75 % aller weiblichen Leichen, bei denen Alkohol festgestellt wurde, wiesen eine Blutalkoholkonzentration von mehr als 2,5 ‰ auf. Wenn man diese Ergebnisse auf die Gesamtzahl der Untersuchten bezieht, so hatten 7,14 % der Frauen und 8,61 % der Männer eine Blutalkoholkonzentration von mehr als 2,5 ‰.
8. Reduzierende Substanzen können bei Anwendung einer unspezifischen Untersuchungsmethode (z.B. Widmarkverfahren) den BAK-Wert sehr stark verfälschen.

6 Literaturverzeichnis

1) Audrlický, I.: Die Abhängigkeit des Alkoholspiegels im Leichenblut vom verschiedenen Wassergehalt im untersuchten Material. Blutalkohol 3, 169 - 175 (1965)

2) Berthelot, M.: Sur la diagnose des alcools. J. Pharm. Chim. (Paris) 44, 67 (1863)

3) Brettel, H.-F.: Erfahrungen mit Wassergehaltsbestimmungen bei Leichenblut. Blutalkohol 6, 439 - 449 (1969)

4) Brettel, H.-F.: Zur Alkoholbestimmung an Leichenblut. Blutalkohol 6, 141 - 149 (1969)

5) Brettel, H.-F.: Über Beziehungen zwischen dem Abfall der Blutalkoholkonzentration und dem Wasserverlust des Blutes nach dem Tode. Blutalkohol 7, 54 - 64 (1970)

6) Brettel, H.-F.und J. Franz: Die Bedeutung der Diffusionsvorgänge für die Alkoholbestimmung im Blut der v. subclavia. Blutalkohol 7, 126 - 131 (1970)

7) Brettel, H.-F.: Blutalkohol und Blutwassergehalt. Arbeitsmethoden der medizinischen und naturwissenschaftlichen Kriminalistik. Band 11 (1972) Verlag Max Schmidt-Römhild, Lübeck

8) Buchheim: Über die Nachweisung des Alkohols bei gerichtlichen Untersuchungen.
Dtsch. Staatsarzneik 3, 391 (1854)

9) Chaikelis, A.S.: A rapid method for the determination of water in biological material.
J. Lab. Chim. Med. 24, 1284 - 1290 (1939)

10) Dolch, M. und E. Poechmüller: Eine exakte Schnellmethode zur Bestimmung von Wasser und Blut im Serum.
Hoppe-Seylers Z. Physiol. Chem. 195, 28 - 34 (1931)

11) Elbel, H. und F. Schleyer: Blutalkohol. Die wissenschaftlichen Grundlagen der Beurteilung von Blutalkoholbefunden bei Straßenverkehrsdelikten.
Georg Thieme, Stuttgart, 2. Auflage 1956

12) Grüner, O.: Die Verteilung des Alkohols im Blut.
Dtsch. Z.ges.gerichtl.Med. 46, 10 - 17 (1957)

13) Grüner, O.: Die Bedeutung des Körperwassers für die Verteilung des Alkohols im Organismus.
Dtsch.Z.ges.gerichtl.Med. 46, 53 - 65 (1957)

14) Grüner, O.: Der Einfluß von Körperwasser- und Blutverschiebungen auf den Verlauf der Blutalkoholkurve.
Dtsch.Z.ges.gerichtl.Med. 46, 744 - 760 (1958)

15) Grüner, O., Baierl H.-D. und Deutschmann W.: Blutalkoholwerte bei Wasserleichen.
Blutalkohol 3, 326 - 334 (1966)

16) Grüner, O.: Der gerichtsmedizinische Alkoholnachweis. Carl Heymanns Verlag KG, Köln-Berlin-Bonn, München, 1967

17) Hackmann, C. und H.-J. Wolf: Eine neue Mikromethode zur direkten Bestimmung des Wassergehaltes im Blute. Z.ges.exp.Med. 88, 96 - 101 (1933)

18) Harth, O., Kreienburg W. und D. Mertz: Einfaches Verfahren zur Wasserbestimmung in biologischem Material. Klin.Wschr. 31, 905 - 907 (1953)

19) Hinckers, H.-J.: Die Wasserkonzentration des Vollblutes, der Erythrozyten und des Serums und deren Bedeutung für den Wasser-(Alkohol) Verteilungsfaktor: $\frac{\text{Serum}}{\text{Vollblut}}$ Blutalkohol 5, 436 - 441 (1968)

20) Hinsberg, H. und K. Lang: Medizinische Chemie für den klinischen und theoretischen Gebrauch. Urban und Schwarzenberg, München-Berlin 2. Auflage 1951

21) Illchmann-Christ, A.: Untersuchungen über die Relationen von Blutkuchen- Vollblut-(Serum)-Alkoholwerten - Zugleich ein Beitrag zur Umrechnung von Serum - auf Vollblut-Alkoholkonzentrationen. Dtsch.Z.ges.gerichtl.Med. 49, 113-129 (1959)

22) Janitzki, U.: Über den gaschromatischen Nachweis flüchtiger Substanzen im Blut nach Aufnahme durch die Atemwege. Dtsch.Z.ges.gerichtl.Med. 52, 22 (1961)

3) Jiminez-Diaz, C.F. Bielschowsky und J.R. Minon:
Der Wassergehalt des Gesamtblutes, des Plasmas und der Erythrozyten.
Klin.Wschr. 14, 995 - 998 (1935)

4) Klingmüller V., W. Nuglisch und N. Weyss:
Adaption der Äthanolbestimmung von Widmark an die photometrische Auswertung und ein neuen Nomogramm zur Auswertung von Rücktitrationen
Clin.Chim. Acta 22, 317 - 325 (1968)

5) Klöppel, A. und G. Weiler: Zum Versuch einer Altersbestimmung intrakranieller Hämatome mit Hilfe des Wassergehaltes.
Z. Rechtsmedizin 80, 107 - 109 (1977)

) Kubisch, G.: Blutalkohol und Ertrinken.
Blutalkohol 2, 132 - 136 (1963)

) Lieben, A.: Synthese von Alkoholen mittels gechlortem Äther. 2. Abhandlung, Äthylierter Äthylalkohol.
Ann. Chem. Pharmacie 150, 87 (1869)

) Lieben, A.: Über Entstehung von Jodoform und Anwendung dieser Reaction in der chemischen Analyse.
Ann. Chem. Pharmacie, Suppl. 7, 218 (1870)

) Lieben, A.: Alkohol geht in den Harn über.
Ann. Chem. Pharmacie, Suppl. 7, 236 (1870)

) Lundt, P.V. und E. Jahn: Gutachten des Bundesgesundheitsamtes zur Frage: Alkohol bei Verkehrsstraftaten.
Kirschbaumverlag, Bad Godesberg 1966

) Machata, G.: Die Routineuntersuchung der Blutalkoholkonzentration mit dem Gaschromatographen.
Acta 1962, 4, 691 (1962)

32) Machata, G.: Über die gaschromatische Blutalkoholbestimmung.
Blutalkohol 4, 252 - 260 (1967)

33) Miller, F.E. und R.W. Getchell: Aspects of the blood alcool tests to determine intoxication.
Proc. Iowa Acad. Sci. 46, 211 (1939)

34) Nicloux, M.: Néoformation d'alcool étylique dans le cadavre humain en voie de putréfaction.
C.R. Soc. Biol. (Paris) 121, 975 - 978 (1936)

35) Osterhaus, E. und K. Johannismeier: Postmortale Entstehung von Alkohol durch Fäulnis.
Dtsch.Z.ges.gerichtl.Med. 57, 281 - 284 (1966)

36) Palmieri, V.M.: La ricera dell'alcool nel cadavere in putrefacione.
Verhandlungsber.intern.Kongr.gerichtl.Med. Bonn, 463 - 469, Gebr. Scheur, Bonn 1938

37) Paulus, W. und U. Janitzky: Untersuchungen am Leichenblut nach Widmark und nach der ADH-Methode.
Dtsch.Z.ges.gerichtl.Med. 48, 403 - 410 (1959)

38) Sachs, L.: Statistische Auswertungsmethoden
Springer Verlag, Berlin-Heidelberg-New York 1969

39) Schlunegger, U.P.: Zur Qualitätskontrolle von Blutalkoholproben.
Blutalkohol 5, 335 - 338 (1968)

40) Schmidt, O. und R. Manz: Fehler und Streuungen des Widmark-Verfahrens beim Nachweis von Äthylalkohol.
Dtsch.Z.ges.gerichtl.Med. 47, 309 - 331 (1958

41) Schwerd, W. und C.L. Garhammer: Über den Nachweis von niederen primären Alkoholen der aliphatischen Reihe und deren Bildung im faulen Blut.
Dtsch.Z.ges.gerichtl.Med. 42, 75 - 90 (1953)

42) Schwerd, W.: Die Beurteilung von Alkoholbefunden im Leichenblut.
Dtsch.ges.gerichtl.Med. 43, 221 - 231 (1954)

43) Skrabanek, P. und J. Novak: Bestimmung des Blutäthylalkohols mittels der Gaschromatographie.
Blutalkohol 3, 271 - 277 (1966)

44) Vierordt, H.: Daten und Tabellen.
Jena, Gustav Fischer 1893

45) Wagner, K.: Über die Veränderlichkeit des Alkoholgehalte von Leichenblut und nicht steril aufbewahrten Blutproben.
Dtsch.Z.ges.gerichtl.Med. 26, 276 - 292 (1936)

46) Weiler, G. und H. Reh: Der Beweiswert gaschromatischer Blutalkoholbestimmungen bei Leichenfäulnis.
Blutalkohol 11, 402 - 408 (1974)

47) Weiler, G.: Zur Bedeutung chemischer Untersuchungsbefunde an Blutextravasaten.
Arch.Kriminol. 156, 110 - 115 (1975)

48) Weinig, E.: Der Alkoholspiegel im Leichenblut.
Dtsch.Z.ges.gerichtl.Med. 26, 293 - 297 (1936)

49) Weinig, E., Schwerd, W. und L. Lautenbach:
Die Neubildung von Äthanol, Methanol und anderen Alkoholen im Leichenblut und ihre forensische Bedeutung.
Beitr.gerichtl.Med. 21, 114-126 (1961)

50) Weinig, E. und L. Lautenbach: Die Beurteilung von Alkoholbefunden in Leichenblutproben.
Blutalkohol 1, 222 - 233 (1962)

51) Widmark, E.M.P.: Eine Mikromethode zur Bestimmung von Äthylalkohol im Blut.
Biochem. Z. 131, 473 (1922)

52) Widmark, E.M.P.: Die theoretischen Grundlagen und die praktische Verwendbarkeit der gerichtlich-medizinischen Alkoholbestimmung.
Urban und Schwarzenberg, Berlin und Wien 1932

Die vorliegende Arbeit wurde am Institut für Rechtsmedizin der Universität München durchgeführt.

Herrn Prof.Dr.med. W. Spann möchte ich an dieser Stelle für die freundliche Überlassung des Themas meinen Dank aussprechen.

Herrn Prof.Dr.med. E. Liebhardt danke ich für seine wertvollen Hinweise und Anregungen.

Mein besonderer Dank gilt Frau Dr.med. C. Baur für ihr großes Interesse und die allseitige Hilfsbereitschaft beim Erstellen der vorliegenden Arbeit.

Herrn Dipl.Phys.Dr. E. Schuller danke ich für seine Unterstützung bei der elektronischen Auswertung des Materials.

Lebenslauf

01.01.1950	geboren in Dachau, als Tochter des Oberingenieurs Rudolf von Riewel und der Handarbeitsoberlehrerin Erna von Riewel, geb. Schell
1956- 1960	Volksschule Dachau- Süd
1960- 1969	Neusprachliches Gymnasium der Englischen Fräulein in München- Nymphenburg
1969	Abitur
1970- 1976	Zahnmedizinstudium an der Universität München
21.01.1976	Zahnärztliche Prüfung bestanden
11.02.1976	Approbation
13.02.1976	Eheschließung mit dem Zahnarzt Dr. Konrad Zierleyn
01.03.1976- 31.03.1977	Assistentin an der Poliklinik für Zahnerhaltung und Parodontologie der Universität München
27.07.1977	Eröffnung einer Zahnarztpraxis in Bünde/ Ostfriesland